

Desenvolvimento radicular e produção de biomassa em variedades de capim-elefante e cana-de-açúcar



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
158**

**Desenvolvimento radicular e produção de biomassa
em variedades de capim-elefante e cana-de-açúcar**

*Anderson Carlos Marafon
Juarez Campolina Machado
Laurício Endres
Jhulyanne Christiny Marcelino dos Santos
Victor dos Santos Guimarães*

***Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2020***

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Avenida Beira Mar, nº 3250,
CEP 49025-040, Aracaju, SE
Fone: +55 (79) 4009-1300
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Ronaldo Souza Resende

Secretário-Executivo
Ubiratan Piovezan

Membros
Amaury da Silva dos Santos
Ana da Silva Lédo
Anderson Carlos Marafon
Joézio Luiz dos Anjos
Julio Roberto Araujo de Amorim
Lizz Kezzy de Moraes
Luciana Marques de Carvalho
Tânia Valeska Medeiros Dantas
Viviane Talamini

Supervisão editorial
Aline Gonçalves Moura

Normalização bibliográfica
Josete Cunha Melo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Aline Gonçalves Moura

Foto da capa
Anderson Carlos Marafon

1ª edição
Publicação digitalizada (2020)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Tabuleiros Costeiros

Desenvolvimento radicular e produção de biomassa em variedades de capim-elefante e cana-de-açúcar. / Anderson Carlos Marafon [et al...]. – Brasília, DF : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2020.

23 p. : il. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961; 158)

1. Capim-elefante. 2. Cana-de-açúcar. 3. Biomassa. 4. Gramínea. I. Marafon, Anderson Carlos. II. Machado, Juarez Campolina. III. Endres, Laurício. IV. Santos, Jhulyanne Christiny Marcelino dos. VI. Guimarães, Victor dos Santos. VII. Série.

CDD 633.2 Ed. 21

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e Métodos	10
Condições experimentais e material vegetal.....	10
Avaliações do desenvolvimento radicular	12
Produção de biomassa seca e relações entre parte aérea e raízes	13
Delineamento experimental e análise estatística	13
Resultados e Discussão	14
Desenvolvimento radicular	14
Produção de biomassa seca e relações entre parte aérea e raízes	19
Conclusões.....	21
Referências	21

Desenvolvimento radicular e produção de biomassa em variedades de capim-elefante e cana-de-açúcar

Anderson Carlos Marafon¹

Juarez Campolina Machado²

Laurício Endres³

Jhulyanne Christiny Marcelino dos Santos⁴

Victor dos Santos Guimarães⁵

Resumo – Este estudo teve como objetivo identificar variedades de capim-elefante com elevados potenciais de desenvolvimento do sistema radicular e de biomassa da parte aérea nas fases iniciais de crescimento em comparação com a cana-de-açúcar. Foram avaliadas quatro variedades de capim-elefante (BRS Capiçu, Pasto Panamá, Madeira e Venezuela) e uma cultivar de cana-de-açúcar (RB 92579). O experimento foi conduzido em vasos de 100 litros contendo substrato, em condições controladas. O desenvolvimento radicular foi avaliado com um scanner digital de raízes, dos 30 aos 75 dias após ao plantio, sendo determinada a densidade de comprimento de raízes (mm cm^{-2}). Aos 100 dias após o plantio foram determinadas as produções de biomassa seca de colmos, folhas e raízes e as relações parte aérea/raízes e folhas/colmos. O desenvolvimento do sistema radicular foi mais acelerado nas variedades de capim-elefante do que na cultivar de cana-de-açúcar. A densidade média de comprimento de raízes das variedades de capim-elefante ($4,19 \text{ mm cm}^{-2}$) foi superior à da cana-de-açúcar ($1,92 \text{ mm cm}^{-2}$). As produções de biomassa seca de colmos, folhas e raízes das variedades de capim-elefante foram superiores às da cana-de-açúcar, a

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP - Rio Largo) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo, AL.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento Vegetal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fisiologia Vegetal, professor da Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo, AL.

⁴ Estudante de pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo, AL.

⁵ Estudante de pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo, AL.

qual apresenta maior relação folha/colmo (1,51). A maior relação parte aérea/raízes foi constatada no capim-elefante Madeira.

Termos para indexação: gramíneas semiperenes, minirrizotron, crescimento de raízes, acúmulo de biomassa.

Root development and biomass production in elephant grass and sugarcane varieties

Abstract – This study aimed to identify varieties of elephant grass with high potentials for root development and shoot biomass production in the early stages of growth in comparison with sugarcane. Were evaluated four elephant grass (BRS Capiáçu, Pasto Panamá, Madeira and Venezuela) varieties and one sugarcane cultivar (RB 92579). The experiment was carried out in 100-liter pots containing substrate, under controlled conditions. Root development was evaluated with a digital root scanner to determine the root length density (mm cm^{-2}) from 30 to 75 days after planting. At 100 days after planting, the dry biomass production of stems, leaves and roots and the aerial part/roots and leaves/stems relationships were determined. The root system development was more accelerated in elephant grass varieties than in sugarcane cultivar. The average root length density of elephant grass varieties (4.19 mm cm^{-2}) was higher than that of sugarcane (1.92 mm cm^{-2}). The productions of dry biomass of stems, leaves and roots of the elephant grass varieties were higher than in sugarcane, which had the highest leaf/stem ratio (1.51). The highest aerial part/roots ratio was found in the elephant grass variety Madeira.

Index terms: semi-perennial grasses, minirhizotron, root growth, biomass accumulation.

Introdução

A compreensão dos fenômenos que ocorrem na parte aérea das plantas torna-se mais completa, quando se tem conhecimento da dinâmica de crescimento e da distribuição do sistema radicular das plantas no solo, que são aspectos fundamentais para se entender processos como a absorção de água e nutrientes do solo, servindo de base para a seleção de genótipos mais eficientes e para o aprimoramento de diversas práticas de manejo (Smith et al., 2005).

O crescimento e a distribuição do sistema radicular são dependentes do genótipo e das condições do ambiente, sendo que as raízes apresentam alta plasticidade, mudando sua forma e tamanho conforme variam as condições físicas, químicas e biológicas dos solos (Vasconcelos et al., 2003). Sabe-se que o tamanho e a distribuição do sistema radicular são diretamente afetados pela distribuição e disponibilidade da água e nutrientes do solo, com diferenças na capacidade das plantas em explorar as camadas mais profundas do solo. A presença de sistemas radiculares profundos e extensos permite que o crescimento das plantas continue mesmo durante períodos de secas ocasionais (Smith et al., 2005). Além da sustentação e da absorção de água e nutrientes, as raízes são responsáveis pela síntese de biomoléculas ativas, que identificam e sinalizam estresses ambientais (Do Vale; Fritsche-Neto, 2016), entretanto, podem ter seu crescimento influenciado pela concentração de elementos tóxicos como alumínio (Al^{3+}), excesso ou falta de nutrientes e/ou de água e pelo pH do solo (Medina et al., 2002).

A formação de um sistema radicular vigoroso e profundo é fundamental para que as plantas possam suportar situações de estresse, principalmente deficiência hídrica, permitindo que elas se desenvolvam e explorem melhor as camadas do solo. O estabelecimento profundo e bem distribuído das raízes é uma estratégia que pode promover maior adaptação das gramíneas tropicais às condições adversas. Esse conhecimento pode possibilitar a escolha de espécies mais adequadas ao meio (Kanno et al., 1999).

Dentre as gramíneas tropicais herbáceas semiperenes com elevado potencial de produção de biomassa, merecem destaque a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. (homotípico de *Cenchrus purpureum* [Schumach.]

Morrone). Isso porque apresentam elevada eficiência fotossintética (ciclo C4) e alta capacidade de sequestro e armazenamento de carbono atmosférico para seu crescimento, a partir do desenvolvimento de um sistema radicular robusto que absorve e incorpora esqueletos carbônicos à parte aérea e às raízes (Samson et al., 2005).

O capim-elefante é uma espécie propagada vegetativamente, que apresenta hábito de crescimento do tipo cespitoso, caracterizado por um padrão compacto de organização dos perfilhos em uma forma de touceiras de crescimento ereto e aglomerado (Silva et al., 2015). Essa espécie apresenta ciclo curto (4 a 6 meses), rápida expansão foliar após a emergência, altos índices de perfilhamento e capacidade de emissão de folhas novas durante estádios avançados de desenvolvimento. Apresenta ainda um sistema radicular caracterizado pela presença de raízes grossas e de rizomas curtos (Pereira et al., 2010), com excelente adaptação edafoclimática e alta capacidade de rebrota e fixação biológica de nitrogênio (Strezov et al., 2008), desenvolvendo-se melhor em áreas com precipitações acima de 1.000 mm anuais e temperatura do ar entre 30 °C e 35 °C (Hanna et al., 2004). Apesar de se adaptar à uma ampla gama de solo e faixas de pH, a espécie é suscetível ao alagamento. O seu crescimento máximo é alcançado em solos argilosos e bem drenados, com alto teor de matéria orgânica (Singh et al., 2003).

A cana-de-açúcar apresenta ciclo longo (10 a 12 meses) e um sistema radicular formado por raízes do tipo fasciculadas e por rizomas, que são os responsáveis pela formação dos perfilhos na touceira (Segato et al., 2006). As reservas nutricionais contidas nos toletes garantem a maior parte do suprimento de água e nutrientes para o crescimento da cana-de-açúcar durante aproximadamente 30 dias após o plantio. Após esse período, inicia-se o desenvolvimento das raízes dos perfilhos e, na medida em que estas novas raízes vão se desenvolvendo, o crescimento da planta passa a depender exclusivamente delas (Smith et al., 2005). O desenvolvimento da cana-de-açúcar é dividido em quatro estádios: 1) brotação e estabelecimento - levando de 20 a 30 dias para o início da brotação; 2) perfilhamento - que tem início em torno de 40 dias após o plantio e pode durar até 120 dias; 3) máximo do crescimento - dos 120 aos 270 dias após o plantio (ou corte) e 4) maturação - quando ocorrem reduções nas taxas de crescimento e aumento no acúmulo de sacarose nos colmos, tendo início de 270 a 360 dias após

o plantio (ou corte) e podendo se prolongar por até 6 meses (Diola; Santos, 2010).

Em comparação com as características do dossel, ainda há poucos estudos sobre o sistema radicular das plantas, cuja falta de informação se deve principalmente às dificuldades metodológicas relacionadas à amostragem de dados (Osashi et al., 2019). Ainda são escassos os estudos sobre os sistemas radiculares da cana-de-açúcar (Osashi et al., 2015; Otto et al., 2009; Faroni; Trevelin, 2006; Cintra et al., 2006; Ball-Coelho et al., 1992) e do capim-elefante (Sekiya et al., 2013; Silva, 2013; Ma et al., 2012), com predomínio de métodos destrutivos, os quais são dispendiosos e muito trabalhosos.

A identificação de variedades de capim-elefante com sistemas radiculares mais robustos e vigorosos pode contribuir para que os programas de melhoramento genético possam selecionar e desenvolver genótipos com maior eficiência no uso de água e nutrientes, assegurando maior capacidade desses materiais em suportar condições edafoclimáticas adversas como a deficiência hídrica e/ou a baixa fertilidade do solo. Neste sentido, o presente estudo teve como principal objetivo identificar o potencial de desenvolvimento do sistema radicular e a produção de biomassa da parte aérea em variedades de capim-elefante em comparação com a cana-de-açúcar.

Material e Métodos

Condições experimentais e material vegetal

O experimento foi conduzido entre os meses de agosto e novembro de 2017, em casa de vegetação pertencente à Unidade de Execução de Pesquisa da Embrapa Tabuleiros Costeiros, situada no município de Rio Largo, estado de Alagoas.

Foram avaliadas cinco variedades de gramíneas, sendo quatro de capim-elefante (cultivar BRS Capiáu, Pasto Panamá, Madeira e Venezuela) pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Capim-elefante (BAGCE) da Embrapa Gado de Leite e uma cultivar de cana-de-açúcar (RB 92579), desenvolvida pela Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA).

Para o plantio das mudas, foram utilizados segmentos de colmos (nós com gemas isoladas), os quais foram cultivados em vasos plásticos com capacidade para 100 litros, apenas uma muda por vaso. O substrato utilizado apresentou as seguintes características físico-químicas: granulometria areno-argilosa (75% de areia, 5% de silte e 20% de argila), densidade do solo de 1,18 g cm⁻³ e atributos químicos do solo apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do substrato utilizado no experimento. Rio Largo, AL, 2020.

pH	K	P	Ca	Mg	Al	SB	CTC	V	m	MO
	--- mg dm ⁻³ ---		----- cmol _c dm ⁻³ -----			----- % -----				
6,6	271,2	1.222	5,04	1,41	0,06	7,15	7,21	80,93	0,83	3,98

Legenda: SB = soma de bases trocáveis; CTC = capacidade de troca de cátions efetiva; V = índice de saturação por bases e m = índice de saturação por alumínio.

A umidade do substrato foi monitorada através de uma sonda de perfil modelo PR2 (Delta T) e mantida em capacidade de campo, cujo nível de saturação correspondente foi de 20%. Os dados meteorológicos foram registrados por uma estação automática (Figura 1), cujas médias observadas durante o período experimental foram de 28,8° C para temperatura, 75,6% para umidade relativa do ar e 64,3 Wh m⁻² para radiação solar.



Foto: Anderson Carlos Maraton

Figura 1. Estação meteorológica automática em casa de vegetação. Rio Largo, AL, 2020.

Avaliações do desenvolvimento radicular

As avaliações da dinâmica de desenvolvimento do sistema radicular foram efetuadas através de um minirrizotron (scanner de raízes) em quatro épocas durante o período de crescimento vegetativo das plantas: 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP). As imagens foram obtidas até 40 cm de profundidade do perfil do substrato, com auxílio de um scanner digital de raízes (Figura 2), após a prévia instalação de tubos de acrílico transparentes com ângulo de inclinação de 45° nos vasos. As imagens digitalizadas foram processadas em software específico, sendo efetuada a marcação das raízes de maneira consecutiva, por época de avaliação (30, 45, 60 e 75 DAP), a partir da sobreposição das imagens. Foi quantificado o comprimento total de raízes (mm) e, com base na área da imagem (422,5 cm²), calculada a densidade de comprimento de raízes, cujos resultados foram expressos em milímetros por centímetro quadrado (mm cm⁻²) (Rewald; Ephrath, 2013). Complementarmente, na ocasião do corte (100 DAP), efetuou-se o registro fotográfico dos sistemas radiculares dessas mesmas plantas avaliadas.



Foto: Anderson Carlos Marafon

Figura 2. Scanner de raízes e tubos de acesso instalados em vasos. Rio Largo, AL, 2020.

A utilização de rizotrons e minirrizotrons (MRs) em estudos para investigar o desenvolvimento do sistema radicular é uma técnica não-destrutiva que permite realizar observações diretas e repetidas das raízes dentro da rizosfera. Os MRs consistem em instalações compactas que utilizam paredes transparentes para criar interfaces entre o solo e as raízes, as quais ajudam a melhorar nossa compreensão acerca da fenologia, da distribuição, da produção e longevidade de raízes e das interações entre raízes e microrganismos, dentre outras possíveis aplicações (Rewald; Ephrath, 2013).

Produção de biomassa seca e relações entre parte aérea e raízes

A quantificação das produções de biomassa da parte aérea (colmos e folhas) e da biomassa de raízes foram efetuadas aos 100 DAP, sendo realizado, primeiramente, o corte dos colmos e a separação das folhas e, posteriormente, a retirada e lavagem das raízes. Para a determinação da produção de biomassa seca, as três porções da planta (colmos, folhas e raízes) foram submetidas à secagem em estufa por 48h a 105 °C, até peso constante, e posterior pesagem em balança analítica. Foram determinadas as seguintes variáveis: produção de biomassa seca de folhas (BSF), produção de biomassa seca de colmos (BSC) e produção de biomassa seca de raízes (BSR), cujos resultados foram expressos em gramas de massa seca por planta ($g_{ms} \text{ planta}^{-1}$). A partir dos valores da BSC, BSF e BSR foram calculadas as relações folha/colmo (F/C) e parte aérea/raízes (PA/R).

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância e as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), através do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Desenvolvimento radicular

Houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as variedades para a densidade de comprimento de raízes. Aos 30 DAP, as quatro variedades de capim-elefante apresentaram maiores densidades de raízes em relação à cana-de-açúcar. A variedade de capim-elefante Venezuela apresentou maiores densidades aos 45 DAP ($3,51 \text{ mm cm}^{-2}$) e 60 DAP ($6,06 \text{ mm cm}^{-2}$), enquanto a variedade Pasto Panamá apresentou a maior densidade aos 75 DAP ($9,90 \text{ mm cm}^{-2}$). A cana-de-açúcar apresentou os menores valores de densidade de comprimento de raízes em todas as épocas avaliadas (Figura 3).

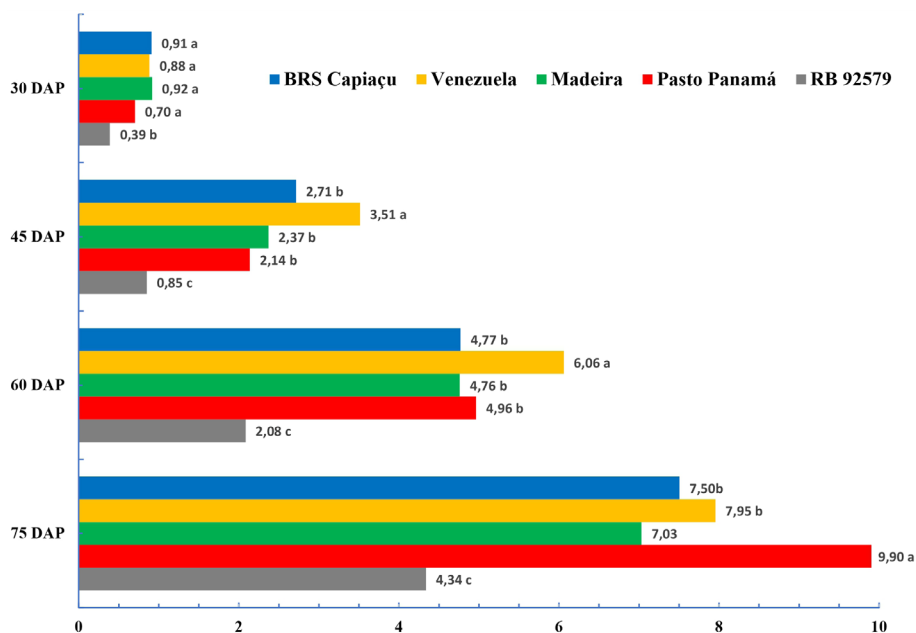


Figura 3. Densidade de comprimento de raízes (mm cm^{-2}), na profundidade de 0 a 40 cm do perfil, em variedades de capim-elefante (BRS Capiçu, Venezuela, Madeira e Pasto Panamá) e cana-de-açúcar RB 92579 cultivadas em vasos. Rio Largo, AL, 2020.

* médias com letras distintas entre variedades, dentro da mesma época (DAP), diferem entre si pelo teste de Skott-Knott à 5% de probabilidade ($p \geq 0,05$).

Com base na dinâmica do desenvolvimento das raízes dos 30 aos 75 DAP, foi possível constatar que as variedades de capim-elefante apresentaram maior velocidade de crescimento e estabelecimento inicial do sistema radicular em relação à cana-de-açúcar.

Os valores obtidos no presente estudo para a densidade de comprimento de raízes servem como indicativo do grau de desenvolvimento radicular das variedades, o que pode ser constatado nas imagens digitalizadas do sistema radicular aos 75 DAP (Figura 4).

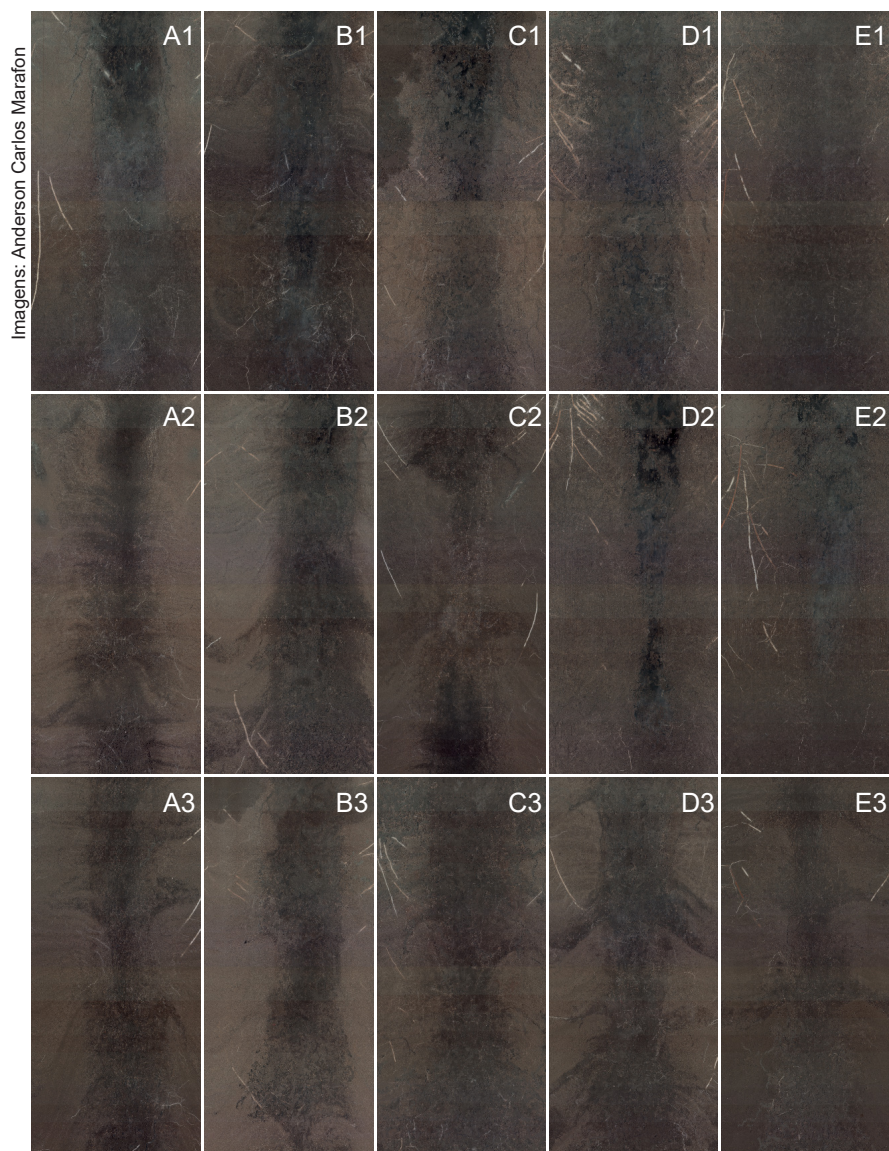


Figura 4. Imagens digitalizadas do sistema radicular de variedades de capim-elefante BRS Capiçu (A1, A2, A3), Venezuela (B1, B2, B3), Madeira (C1, C2, C3), Pasto Panamá (D1, D2, D3) e de cana-de-açúcar RB 92579 (E1, E2, E3) obtidas aos 75 dias após o plantio através de um minirrizotron (Scanner de raízes). Rio Largo, AL, 2020.

Na ocasião do corte, realizado aos 100 DAP, foi realizada a lavagem das raízes de toda a socaria e obtidas imagens fotográficas do sistema radicular das mesmas plantas avaliadas até os 75 DAP com o scanner de raízes (Figura 5).



Fotos: Anderson Carlos Marafon

Figura 5. Sistema radicular de variedades de capim-elefante BRS Capiaçu (A1, A2, A3), Venezuela (B1, B2, B3), Madeira (C1, C2, C3), Pasto Panamá (D1, D2, D3) e de cana-de-açúcar RB 92579 (E1, E2, E3) aos 100 dias após o plantio. Rio Largo, AL, 2020.

Os valores médios de densidade de comprimento de raízes dos 30 aos 75 DAP foi de $1,91 \text{ mm cm}^{-2}$ para a variedade de cana-de-açúcar RB 92579 e foi de $4,19 \text{ mm cm}^{-2}$ para as quatro variedades de capim-elefante (Madeira, Pasto Panamá, Venezuela e BRS Capiacu). Zhao et al. (2020) observaram valores semelhantes para a densidade do comprimento de raízes de quatro genótipos de cana-de-açúcar, os quais variaram entre 1 e 2 mm cm^{-2} na camada de 0 a 36 m do perfil do solo.

O vigor do sistema radicular descreve a extensão e a velocidade de proliferação das raízes, estando associado com a produção de biomassa, a distribuição e a densidade de comprimento de raízes. Trata-se de uma característica muito importante a ser considerada na seleção de materiais mais eficientes na absorção de água e nutrientes e aumento da produção de biomassa (Palta; Watt, 2009). As plantas, quando cultivadas ambientes com déficit nutricional e/ou hídrico, geralmente exibem mudanças na sua arquitetura radicular, com aumento no comprimento de raízes, na densidade de pelos radiculares e na formação de raízes laterais (Do Vale; Fritsche-Neto, 2016).

Com base nos dados obtidos podemos afirmar que as quatro variedades de capim-elefante avaliadas são capazes de produzir extensos sistemas de raízes dentro de um período de pelo menos 75 DAP, os quais garantem a absorção de água e nutrientes e dão sustentação ao crescimento vigoroso da parte aérea e o alto acúmulo de biomassa dessa espécie. Por apresentarem ciclos fenológicos curtos (4 a 6 meses), as variedades de capim-elefante são capazes de produzir maior quantidade de raízes e de biomassa da parte aérea do que a cana-de-açúcar nos primeiros meses após o plantio ou rebrota. Ficou evidenciado neste estudo que a velocidade de crescimento do sistema radicular das variedades de capim-elefante nos primeiros 3 meses após o plantio é significativamente maior do que a da cana-de-açúcar. Tal constatação deve-se ao fato de a cana-de-açúcar apresentar um ciclo fenológico bem mais extenso (10 a 12 meses) do que o capim-elefante (4 a 6 meses). Entretanto, após o desenvolvimento inicial lento do sistema radicular da cana-de-açúcar, ocorre a expansão das folhas e a planta intensifica seus processos anabólicos dependentes da fotossíntese, passando para uma fase de crescimento linear ou máximo crescimento, com intenso incremento de matéria seca, que se prolonga até o período que antecede a fase de maturação dos colmos (Smith et al., 2005).

Produção de biomassa seca e relações entre parte aérea e raízes

As produções de biomassa seca de colmos (BSC), de folhas (BSF) e de raízes (BSR) aos 100 DAP acusaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as variedades. A cultivar de cana-de-açúcar RB 92579 apresentou as menores produções de BSC (108 g planta⁻¹), BSF (155 g planta⁻¹) e BSR (26,3 g planta⁻¹). As variedades de capim-elefante apresentaram produções similares de BSC, BSF e BSR, com valores oscilando entre 291 g planta⁻¹ (Venezuela) e 345 g planta⁻¹ (Madeira) para a variável BSC, entre 248 g planta⁻¹ (Pasto Panamá) e 283 g planta⁻¹ (BRS Capiacú) para a BSF e entre 36,8 g planta⁻¹ (Madeira) e 48,8 g planta⁻¹ (Pasto Panamá) para BSR (Figura 6).

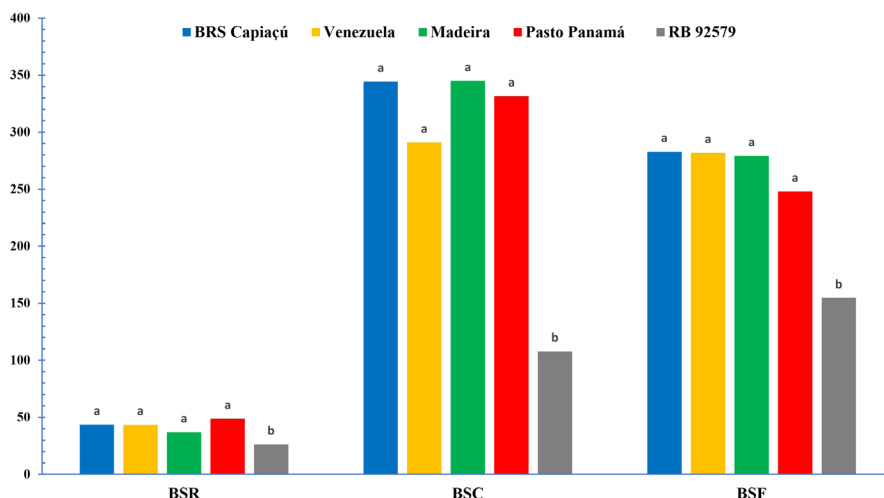


Figura 6. Produções de biomassa seca de raízes (BSR), colmos (BSC) e folhas (BSF) em variedades de capim-elefante (BRS Capiacú, Venezuela, Madeira e Pasto Panamá) e cana-de-açúcar RB 92579 aos 100 dias após o plantio. Rio Largo, AL, 2020.

* médias distintas entre colunas, dentro da mesma porção da planta, diferem entre si pelo teste de Skott-Knott à 5% de probabilidade ($p \geq 0,05$).

As maiores produções de biomassa observadas nas quatro variedades de capim-elefante quando comparadas com a cultivar de cana-de-açúcar podem ser explicadas pelo menor ciclo da espécie, o que possibilita a realização de até quatro cortes anuais contra apenas uma colheita anual na

cana-de-açúcar. O crescimento mais acelerado das raízes das variedades de capim-elefante nos primeiros 75 DAP em comparação com a cultivar de cana-de-açúcar permite que estas variedades capturem mais água e nutrientes do solo, propiciando maior acúmulo de biomassa na parte aérea. As principais implicações práticas deste acelerado crescimento radicular do capim-elefante são o rápido fechamento do dossel, que impede ou restringe significativamente o crescimento de plantas invasoras e a possibilidade de múltiplos cortes ao longo do ano (3 a 4 cortes).

Também foram constatadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as variedades para as relações F/C e PA/R aos 100 DAP. A relação F/C da cana-de-açúcar RB 92579 foi superior aos valores observados nas quatro variedades de capim-elefante, os quais foram similares entre si. Quanto às relações PA/R, o capim-elefante Madeira foi a variedade que apresentou o maior valor (17,38), seguido pelas variedades BRS Capião (14,5) e Venezuela (13,4). As relações PA/R da cana-de-açúcar RB 92579 (10,66) e do capim-elefante Pasto Panamá (11,91) foram inferiores às demais variedades (Tabela 2).

Tabela 2. Relações folha/colmo (F/C) e parte aérea:raízes (PA/R) em variedades de capim-elefante (BRS Capião, Venezuela, Madeira e Pasto Panamá) e cana-de-açúcar (RB 92579) aos 100 dias após o plantio (DAP). Rio Largo, AL, 2020.

Relação	BRS Capião	Venezuela	Madeira	Pasto Panamá	RB 92579
F/C	0,82 b	0,97 b	0,81 b	0,76 b	1,51 a
PA/R	14,5 b	13,4 b	17,4 a	11,9 c	10,6 c

* médias distintas entre variedades (colunas) diferem entre si pelo teste de Skott-Knott à 5% de probabilidade ($p \geq 0,05$).

A maior relação F/C observada na cultivar de cana-de-açúcar RB 92579 indica que as plantas encontram-se numa fase de máximo perfilhamento, destinando a maior parte do carbono assimilado via fotossíntese e dos nutrientes e da água absorvidos do solo para a síntese de novas folhas, com vistas à atender a demanda da fase subsequente que é a do máximo crescimento vegetativo, com acúmulo de açúcares de reservas nos colmos.

Já, a maior relação PA/R observada na variedade de capim-elefante Madeira (17,38) reflete a sua maior eficiência na absorção de água e nutrientes e a sua maior eficiência em converter energia luminosa em esqueletos carbônicos em relação ao demais materiais.

Conclusões

O desenvolvimento do sistema radicular dos 30 aos 75 dias após o plantio é mais acelerado em variedades de capim-elefante do que na cana-de-açúcar RB 92579. Aos 45 e 60 dias após ao plantio, a variedade de capim-elefante Venezuela apresenta a maior densidade de comprimento de raízes, enquanto, aos 75 dias após ao plantio, a variedade de capim-elefante Pasto Panamá apresenta a maior densidade de comprimento de raízes dentre todas as variedades avaliadas.

Por apresentar ciclo curto e rápido crescimento, as produções de biomassa seca de colmos, folhas e raízes das variedades de capim-elefante, aos 100 dias após o plantio, são superiores às da cana-de-açúcar, cujo ciclo fenológico apresenta maior duração.

A cana-de-açúcar RB 92579 apresenta maior relação folha/colmo em relação às quatro variedades de capim-elefante aos 100 dias após ao plantio. A maior relação parte aérea/raízes é constatada no capim-elefante Madeira aos 100 dias após o plantio.

Referências

BALL-COELHO, B.; SAMPAIO, E. V. S. B.; TIESSEN, H.; STEWART, J. W. B. Root dynamic in plant-ratoon crop of sugar cane. **Plant and Soil**, v. 142, p. 297-305, 1992.

CINTRA, L. F. D.; IVO, W. M. P. SILVA, L. V.; LEAL, M. L. S. **Distribuição das raízes de cana-de-açúcar em sistemas de cultivo com adubação orgânica e *Crotalaria spectabilis***. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. 20 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 12).

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool - tecnologias e perspectivas**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2010. p. 25-49.

FARONI, C. E.; TRIVELIN, P. C. O. Quantificação de raízes metabolicamente ativas de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 1007-1013, 2006.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

DO VALE, J. C.; FRITSCHKE-NETO, R. Fenômica de raízes. In: FRITSCHKE-NETO, R.; BORÉM, A. **Fenômica: como a fenotipagem de próxima geração está revolucionando o melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2016. p. 78-102.

HANNA, W. W.; CHAPARRO, C. J.; MATHEWS, B. W.; BURNS, J. C.; SOLLENBERGER, L. E. Perennial Pennisetums. In: MOSER, L. E.; BURSON, B. L.; SOLLENBERGER, L. E. (Ed.). **Warm-Season (C4) Grasses**. Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2004. p. 503-535.

KANNO, T.; MACEDO, M. C.; EUCLIDES, V. P. B.; BONO, J. A.; SANTOS, J. D. G.; ROCHA, M. C.; BERETTA, L. G. R. Root biomass of five tropical grass pastures under continuous grazing in Brazilian savannas. **Grassland Science**, v. 45, p. 9-14, 1999.

MA, C.; NAIDU, R.; LIU, F.; LIN, C.; MING, H. Influence of hybrid giant napier grass on salt and nutrient distribution with depth in a saline soil. **Biodegradation**, v. 23, n. 6, p. 907-916, 2012.

MEDINA, C. C.; NEVES, C. S. V. J.; FONSECA, I. C. B. Crescimento radicular e produtividade de cana-de-açúcar em função de doses de vinhaça em fertirrigação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 23, n. 2, p. 179-184, 2002.

OHASHI, A. Y. P.; PIRES, R. C. D. M.; RIBEIRO R. V.; SILVA, A. L. B. Root growth and distribution in sugarcane cultivars fertigated by a subsurface drip system. **Bragantia**, v. 74, n. 2, p. 131-138, 2015.

OHASHI, A. Y. P.; PIRES, R. C. D. M.; RIBEIRO R. V.; SILVA, A. L. B.; SILVA, A. L. B. O.; SANTOS, L. N. S.; MATSURA, E. E. Minirhizotron as an in-situ tool for assessing sugarcane root system growth and distribution. **Agricultural Research & Technology: Open Access Journal**, v. 22, n. 1, p. 556182, 2019.

OTTO, R.; TRIVELIN, P. C. O.; FRANCO, H. C. J.; FARONI, C. E.; VITTI, A. C. Root system distribution of sugar cane as related to nitrogen fertilization, evaluated by two methods: monolith and probes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 601-611, 2009.

PALTA, J.; WATT, M. Vigorous crop root systems: form and function for improving the capture of water and nutrients. In: SADRAS, V.; CALDERINI, D. (Ed.). **Crop Physiology: applications for genetic improvement and agronomy**. Elsevier: Amsterdam, 2009. p. 309-325.

PEREIRA, A. V.; AUAD, A. M.; LEDO, F. J. S.; BARBOSA, S. *Pennisetum Purpureum*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 197-219.

REWALD, B.; EPHRATH, J. E. Modern Research Techniques: Minirhizotron Techniques. In: ESHEL, A.; BEECKMAN, T. **Plant Roots The Hidden Half**. 4. ed.. Boca Raton: CRC Press, 2013. p. 42-58.

SAMSON, R.; MANI, S.; BODDEY, R.; SOKHANSANJ, S.; QUESADA, D.; URQUIAGA, S.; REIS, V.; HOLEM, C. The potential of C4 perennial grasses for developing a global BIOHEAT industry. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 24, p. 461-495, 2005.

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Ed.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livrocere, 2006. p. 19-36.

SEKIYA, N.; SHIOTSU, F.; ABE, J.; MORITA, S. Distribution and quantity of root systems of field-grown *Erianthus* and Napier grass. **American Journal of Plant Sciences**, v. 4, p. 16-22, 2013.

SILVA, H. M. S. **Caracterização do solo e do sistema radicular em pastagens de *Pennisetum purpureum* Schum. manejadas sob diferentes intensidades de manejo em Itambé-PE**. 2013, 94 f. Tese (Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia) -Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife.

- SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; PEREIRA, L. E. T. Ecophysiology of C4 forage grasses: understanding plant growth for optimising their use and management. **Agriculture**, v. 5, p. 598-625, 2015.
- SINGH, B. P.; SINGH, H. P.; OBENG, E. Elephant grass. In: SINGH, B. P. **Biofuel Crops: production, physiology and genetics**. Wallingford: CAB International, 2003. p. 271-291.
- SMITH, D. M.; INMAN-BAMBER, N. G.; THORBURN, P. J. Growth and function of the sugarcane root system. **Field Crops Research**, v. 92, p. 169-183, 2005.
- STREZOV, V.; EVANS, T. J.; HAYMAN, C. Thermal conversion of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) to bio-gas, bio-oil and charcoal. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 8394-8399, 2008.
- VASCONCELOS, A. C. M.; CASAGRANDE, A. A.; PERECIN, D.; JORGE, L. A. C.; LANDELL, M. G. A. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 849-858, 2003.
- ZHAO, L.; YANG, K.; ZHAO, P.; QIN, W.; ZHAO, Y.; ZHU, J.; ZAN, F.; ZHAO, J.; LU, X.; WU, C.; BURNER, D. M.; CHEN, X.; LIU, J. Sugarcane root distribution and growth as affected by genotype and crop cycle. **Bragantia**, v. 79, n. 2, p. 192-202, 2020.



Tabuleiros Costeiros

